

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Oktober 2005 (20.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/098202 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01C 9/00**,
21/08, 21/10, 21/12

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2005/000198

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. April 2005 (06.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
595/04 6. April 2004 (06.04.2004) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **PERAVES AKTIENGESellschaft** [CH/CH];
Zürcherstrasse 93A, CH-8406 Winterthur (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WAGNER, Arnold**
[CH/CH]; Rieterstrasse 3, CH-8406 Winterthur (CH).

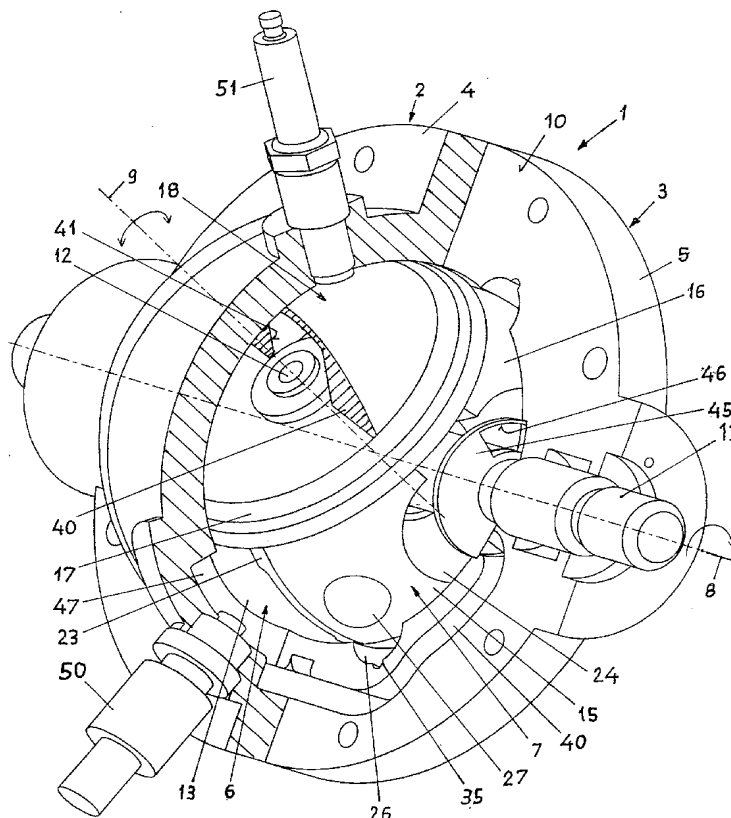
(74) Anwalt: **R.A. EGLI & CO**; Horneggstrasse 4, Postfach,
CH-8034 Zürich (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTARY-PISTON ENGINE AND VEHICLE COMPRISING AN ENGINE OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: SCHWENKKOLBENMASCHINE UND FAHRZEUG MIT EINER SOLCHEN SCHWENKKOLBENMA-
SCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a rotary-piston engine comprising at least two rotary pistons (6, 7), which are located in an essentially spherical housing (1) and which rotate in common about a rotational axis (8) running through the centre of said housing, each of said rotary pistons comprising two pistons (13-16) that are interconnected in a fixed manner, lie diametrically opposite the centre of the housing and execute pivoting displacements back and forth in opposite directions about a pivoting axis (9) running perpendicular to the rotational axis (8), during their rotation. To control the pivoting displacements, the engine is provided with loose spherical or ellipsoidal rotational bodies (27), which are rotatably mounted in the sliding surfaces (20) of the pistons (13-16) in respective guide sockets (25) that are hemispherical or ellipsoidal and which engage in at least one guide groove (26) that is configured in the housing (1). Said groove has an essentially hemispherical or ellipsoidal profile.

(57) Zusammenfassung: Eine Schwenk-
kolbenmaschine enthält mindestens zwei in
einem im Wesentlichen kugelförmigen Gehäuse
(1) angeordnete und um eine gehäusemittig
angeordnete Umlaufachse (8) gemeinsam
umlaufende Schwenkkolben (6, 7), welche je
zwei bezüglich der Gehäusemitte im Wesentlichen
diametral gegenüberliegende, miteinander fest
verbundene Kolben (13-16) aufweisen, und welche
beim Umlaufen hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine zur Umlaufachse (8) senkrechte Schwenkachse

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/098202 A1



FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(9) gegenseitig ausführen. Zum Steuern der Schwenkbewegungen sind lose, kugelförmige oder ellipsoidförmige Rotationskörper (27) vorgesehen, welche in den Laufflächen (20) der Kolben (13-16) je in einer im Wesentlichen halbkugelförmigen oder ellipsoidförmigen Führungspfanne (25) drehbar gelagert sind und welche in mindestens eine im Gehäuse (1) ausgebildete Führungsnut (26) eingreifen, die mit einer im Wesentlichen halbkugelförmigen Profilierung oder ellipsoidförmigen ausgeführt ist.

PERAVES Aktiengesellschaft CH 8406 Winterthur/SchweizSchwenkkolbenmaschine und Fahrzeug mit einer solchen Schwenkkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Schwenkkolbenmaschine mit mindestens zwei in einem im Wesentlichen kugelförmigen Gehäuse angeordneten und um eine gehäusemittig angeordnete Umlaufachse gemeinsam umlaufenden, zweiarmigen Schwenkkolben, welche je zwei bezüglich der Gehäusemitte im Wesentlichen diametral gegenüberliegende, miteinander fest verbundene Kolben in Form von Kolbenarmen aufweisen, und welche beim Umlaufen hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine zur Umlaufachse senkrechte Schwenkachse gegensinnig ausführen, wobei an mindestens zwei Kolben Führungsglieder angebracht sind, welche in mindestens eine im Gehäuse ausgebildete, zum Steuern der Schwenkbewegungen bestimmte Führungsnut eingreifen.

Ferner betrifft die Erfindung ein Fahrzeug mit einer solchen Schwenkkolbenmaschine.

Schwenkkolbenmaschinen gehören zur Gattung der Verbrennungsmaschinen, bei denen die Arbeitstakte des Einlassens, Verdichtens, Expandierens und Ausstossens des Verbrennungsgemisches nach dem Otto- oder Diesel-Viertaktverfahren mit Fremd- bzw. Selbstzündung durch Schwenkbewegungen der Kolben zwischen zwei Endstellungen bewirkt werden.

Eine aus der WO 03/067033 A1 bekannte Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art enthält zwei in einem innenseitig kugelförmigen Gehäuse umlaufende Schwenkkolben, welche je über einen mit ihren Kolben verbundenen, gegen das Gehäuse abgedichteten

Bestätigungskopie

Lagering auf einem die Schwenkachse bildenden Achszapfen gelagert sind, der fest mit einer die Umlaufachse bildenden Welle verbunden ist. Die einander gegenüberliegenden Kolben der Schwenkkolben weisen je eine dem Gehäuse zugewandte Lauffläche, eine Arbeitsseite mit einer Arbeitsfläche und eine von dieser abgewandte Rückseite auf, wobei jeweils zwei einander zugewandte Arbeitsseiten zweier benachbarter Kolben mit dem Gehäuse eine Arbeitskammer, und die einander zugewandten Rückseiten zweier benachbarter Kolben mit dem Gehäuse eine sich gegenläufig zu den Arbeitskammern im Volumen vergrößernde bzw. verkleinernde Vorkammer begrenzen.

Die hin- und hergehenden Schwenkbewegungen der Kolben werden durch Führungsglieder, beschrieben als kolbenfeste Rollenzapfen oder Gleitlager, in einer innenseitig im kugelförmigen Gehäuse eingebrachten Nut zweiseitig geführt. Die Geometrie dieser als Steuerkurve wirkenden Nut hat die Form eines an diametral gegenüberliegenden Seiten eingeschnürten Kreises. Diese im Kolben verankerte Rollenzapfen- oder Gleitlagerführung hat den Nachteil, dass wegen der tangentialen Orientierung der Führungsglieder zwei gestaffelte Rollen notwendig sind, damit bei einem Wechsel der Führungskraft auf die Gegenseite kein Schleifen an der Nut wegen der Umkehrung des Abrolldrehsinns auftritt. Eine Gleitlagerung wiederum bewirkt hohe Reibung und damit reduzierte Effizienz und starken Verschleiss an diesem wichtigsten Teil der Maschinenkinematik, der die Pleuellwelle des Pleuellmotors ersetzt.

Ein weiterer Nachteil dieser Führungsanordnung wird darin gesehen, dass die Rollenzapfen an den Pleuellrückseiten, über diese vorstehend, angebracht und somit die pleuellseitigen Führungsnuten gegen die Pleuellrückseiten, welche als Vorkammerwände zum Vorverdichten wirken, nicht abgedeckt sind. Damit wird die Vorverdichtung durch diesen strömungstechnisch toten Raum erheblich herabgesetzt. Zudem kann das für die Schmierung der Rollen und Führungsnuten nötige Schmierfluid zumindest teilweise als Leckfluid durch Überströmkanäle in die Arbeitskammern gelangen und zu hohem

Schmierfluid-Verbrauch sowie zu zweitaktähnlichem Blaurauch im Abgas führen, wodurch beispielsweise heutige PKW-Abgasnormen schwer erfüllbar sind und damit etliche Anwendungen der Schwenkkolbenmaschine schwierig oder unmöglich werden.

Bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine werden durch die symmetrischen Kolbenbewegungen sowohl ein perfekter Massen- als auch Momentenausgleich erreicht. Da es sich aber bei den Verschwenkungen der Kolbenhälften um dreidimensionale Bewegungen handelt, sind ausgeglichene Massen und Momente, im Gegensatz zu Hubkolben- und/oder Wankelmotoren, hier für einen ruhigen Lauf nicht ausreichend. Die Kolben- und Führungsglieder-Massen entfernen und nähern sich der Umlaufachse im 90°-Takt. Damit verbunden sind Drehmassen-Änderungen mit freien Corioliskräften, welche entsprechende Drehmomentschwankungen an der Umlaufachse bewirken. Da zudem die Drehmomentschwankungen durch Arbeitstakt und Verdichtung damit in Phase liegen, muss für einen ruhigen Maschinenlauf eine aufwändige Bedämpfung dieser Torsionsschwingungen, z.B. durch Torsionsdämpfer im Abtrieb, grosse Schwungmassen und/oder eine um 90° phasenverschoben an die Umlaufwelle gekoppelte, zweite Maschine sowie allseitige Elastomerlagerung erfolgen.

Bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine erfolgen die Kolbenverschwenkungen so, dass sich über 360° Umlaufachsendrehung je die 4 Takte des Ansaugens, Verdichtens Expandierens und Ausstossens für beide Arbeitskammern zwischen den Kolben ergeben. Somit erfolgt alle 180° eine Selbst- bzw. Fremd-Zündung. Zudem werden die beiden durch die Kolbenrückseiten gebildeten Vorkammern zur Vorverdichtung des Frischgases und zur Aufladung der Arbeitskammern benützt, wobei jeweils eine Arbeitskammer durch beide Vorkammern aufgeladen wird. Zur Steuerung dieses Gaswechsels ist eine relativ aufwändige Ventilanordnung vorgesehen, welche Rückschlagventile beim Ansaugen in die Vorkammern und entweder ein Magnetventil, das ausser dem Gehäuse liegende Überströmleitungen

kontrolliert, oder Rückschlagventile in den Kolbenwänden mit direktem Durchgang von den Vorkammern zu den Arbeitskammern umfasst.

Das kugelförmige Motorgehäuse ergibt den grössten Rauminhalt bei minimaler Aussenfläche. Das heisst, dass hier bei Luft- oder Flüssigkeitskühlung der Aussenfläche, im Vergleich zu einem Hubkolben- oder Wankel-Motor, erheblich weniger Kühlfläche für entsprechende Motorleistungen verfügbar ist. Besonders bei Ausnützung der durch die Kugelgeometrie möglichen, hohen Leistungsdichte muss daher zusätzlich eine Innenkühlung vorhanden sein. Bei der bekannten Schwenkkolbenmaschine ist vorgesehen, diese Innenkühlung im Wesentlichen durch das Frischgas zu gewährleisten, welches die Vorkammerseite der Kolben kühlen und dabei vorgewärmt werden soll. Als nachteilig wird angesehen, dass eine Vorwärmung des Frischgases zu Leistungsverlust und Klopfproblemen führen kann und nur für eine geringe Leistungsdichte ausreichend ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine insbesondere bezüglich Bauaufwand, Laufeigenschaften und Verschleiss verbesserte Schwenkkolbenmaschine der eingangs genannten Art in einer einfachen Bauweise zu schaffen, bei der die vorstehend erwähnten Nachteile nicht auftreten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss hinsichtlich der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine einmal dadurch gelöst, dass die Führungsglieder als lose, kugelförmige Rotationskörper ausgebildet sind, dass die mindestens zwei Kolben je mit einer im Wesentlichen halbkugelförmigen Führungspfanne zur Aufnahme einer Hälfte eines der Rotationskörper ausgeführt sind und dass die gehäuseseitige Führungsnut mit einer im Wesentlichen halbkreisförmigen Profilierung ausgeführt ist.

Ein zweite Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäss hinsichtlich der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine dadurch erzielt, dass die Führungsglieder als lose,

ellipsoidförmige Rotationskörper ausgebildet sind, dass die mindestens zwei Kolben je mit einer im Wesentlichen halbellipsoidförmigen Führungspfanne zur Aufnahme einer Hälfte eines der Rotationskörper ausgeführt sind und dass die gehäuseseitige Führungsnut mit einer im Wesentlichen halbellipsenförmigen Profilierung ausgeführt ist.

Durch die erfindungsgemässe Ausbildung der Führungspfannen und der Führungsnut wird eine kompakte Bauweise der Schwenkkolbenmaschine erzielt und eine konstruktiv einfach ausgebildete Führungsanordnung für die Kolben geschaffen, welche die Vorteile der geringen Reibung einer aufwändigen Doppelrollenführung mit der Einfachheit einer Gleitlagerführung kombiniert und damit eine verschleissarme Führung der Kolben gewährleistet.

Bei der Ausführung nach der zweiten Aufgabenlösung kann das Gehäuse, im Vergleich zur Ausführung mit kugelförmigen Führungsgliedern, mit einer schmaleren Führungsnut ausgeführt werden, welche bei gleicher Materialbelastung und gleicher Gehäusegrösse grössere Kolbenverschwenkungen und damit die Bildung grösserer nutzbarer Kammervolumina ermöglicht.

Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und nachfolgend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine teilweise geschnittene, perspektivische Gesamtansicht einer ersten Ausführung einer erfindungsgemässen Schwenkkolbenmaschine,
- Fig. 2 eine perspektivische Explosionsdarstellung von Komponenten der Innenmaschine der Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1,
- Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Gehäusehälfte der Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1,
- Fig. 4 einen zweiarmigen Schwenkkolben der Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 in einer Seitenansicht und einem Teilschnitt entsprechend der Linie IV-IV in Fig. 5,
- Fig. 5 einen zweiarmigen Schwenkkolben einer zweiten Ausführung der erfindungsgemässen Schwenkkolbenmaschine in einer Vorderansicht und einem Teilschnitt entsprechend der Linie V-V in Fig. 4,
- Fig. 6 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 in einer Ebene entsprechend dem Teilschnitt des Gehäuses in Fig. 1,
- Fig. 7 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 entsprechend der Linie VII-VII in Fig. 6,
- Fig. 8 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 entsprechend der Linie VIII-VIII in Fig. 6, mit je in eine entsprechende mittlere Schwenkstellung verschwenkten Schwenkkolben,
- Fig. 9 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 entsprechend der Linie IX-IX in Fig. 6, mit je in die entsprechende Endstellung verschwenkten Schwenkkolben

Fig. 10 einen Schnitt durch die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1 entsprechend der Linie X-X in Fig. 6, und

Fig. 11 ein Strassenfahrzeug mit einer erfindungsgemässen Schwenkkolbenmaschine als Antriebsmotor.

Die Schwenkkolbenmaschine gemäss Fig. 1, welche als Motor mit Fremdzündung dargestellt ist, weist ein im Wesentlichen kugelförmiges Gehäuse 1 mit kugelförmiger Innenfläche auf, welches durch eine Trennebene 10 in zwei Gehäusehälften 2 und 3 unterteilt ist, die über je einen Ringflansch 4 bzw. 5 und nicht dargestellte Schrauben miteinander verbunden sind. Im Gehäuse 1 sind zwei zweiarmige Schwenkkolben 6 und 7 angeordnet, die gemeinsam um eine gehäusemittige Umlaufachse 8 umlaufen und dabei hin- und hergehende, die Umlaufbewegung überlagernde gegensinnige Schwenkbewegungen um eine zur Umlaufachse 8 senkrechte Schwenkachse 9 ausführen. Die Umlaufachse 8 ist durch eine Welle 11 gebildet, die beidseitig im Gehäuse 1 gelagert und als Abtriebswelle ausgebildet ist.

Die Schwenkkolben 6 und 7 weisen je zwei im Wesentlichen diametral gegenüberliegende, in Form von Kolbenarmen ausgebildete Kolben 13 und 14 bzw. 15 und 16 auf, welche miteinander und mit einem gegen die Innenwand des Gehäuses 1 abdichtbaren Wandteil 17 fest verbunden und an den Enden eines die Schwenkachse 9 bildenden Achszapfens 12 gelagert sind, der fest mit der Welle 11 verbunden ist. Die Wandteile 17 sind je mit einem an die Form der Innenwand angepassten Kalottendeckel 18 versehen. Die einander gegenüberliegenden Kolben 13, 14 und 15, 16 der Schwenkkolben 6 bzw. 7 weisen je eine dem Gehäuse zugewandte Lauffläche 20, eine Arbeitsseite mit einer bezüglich der Schwenkachse 9 im Wesentlichen radial verlaufenden Arbeitsfläche 21 und eine von dieser abgewandte Rückseite 22 auf, wobei jeweils zwei einander zugewandte Arbeitsflächen 21 zweier benachbarter Kolben 13 und 15 bzw. 14 und 16 mit dem Gehäuse 1 eine Arbeitskammer 23, und die einander zugewandten Rückseiten 22 zweier benachbarter

Kolben 13 und 15 bzw. 14 und 16 eine sich gegenläufig zu den Arbeitskammern 23 im Volumen vergrössernde bzw. verkleinernde Vorkammer 24 begrenzen.

In den Laufflächen 20 der Kolben 13-16 sind Führungsglieder angebracht, die in mindestens eine im Gehäuse 1 ausgebildete, zum Steuern der Schwenkbewegung der Schwenkkolben 6 und 7 bestimmte Führungsnut 26 eingreifen. In der in den Figuren 1-4 und 6-9 dargestellten Ausführung sind die Führungsglieder als lose, kugelförmige Rotationskörper 27 ausgebildet, wobei die Kolben 13-16 je mit einer im Wesentlichen halbkugelförmigen Führungspfanne 25 zur Aufnahme einer Hälfte eines der Rotationskörper 27 ausgeführt sind und die gehäuseseitige Führungsnut 26 mit einer im Wesentlichen halbkreisförmigen Profilierung ausgeführt ist.

Gemäss Fig. 5 ist ein für die zweite Ausführung der erfindungsgemässen Schwenkkolbenmaschine bestimmter zweiarmiger Schwenkkolben 19 mit Kolben 29 und 30 ausgeführt, welche je mit einer im Wesentlichen halbellipsoidförmigen Führungspfanne 31 zur Aufnahme einer Hälfte eines losen, ellipsoidförmigen Rotationskörpers 28 versehen sind. Eine den Rotationskörpern 28 zugeordnete gehäuseseitige Führungsnut 32 ist entsprechend mit einer im Wesentlichen halbellipsenförmigen Profilierung ausgeführt.

Die Führungspfannen 31 können darstellungsgemäss je in einem Lagerteil 33 ausgebildet sein, der im Kolben 30 um eine zur Schwenkachse senkrechte radiale Achse drehbar angebracht ist, wodurch die Rotationskörper 28 den Krümmungen der Führungsnut 32 ohne Klemmen folgen können. Entsprechend ist eine Kraftübertragung mit vorteilhaft geringer Hertz'scher Pressung zwischen den Rotationskörpern 28 und der Führungsnut 32 erzielbar. Diese Ausführung ist in vorteilhafter Weise insbesondere für Hochleistungsausführungen der erfindungsgemässen Schwenkkolbenmaschine geeignet.

Die Führungspfannen 25 bzw. 31 sind je über eine in ihren Grundbereich mündende

Bohrung 34 an einen im jeweiligen Kolben 13-16 bzw. 29, 30 ausgebildeten Zuführkanal für ein unter Druck stehendes Schmierfluid angeschlossen. Dadurch kann bei der Schmierung der Führungsglieder zugleich ein hydraulischer Spielausgleich zwischen den Führungspfannen und der Führungsnut 26 bzw. 32 erreicht werden, so dass die Bildung von Rattermarken und damit Pitting verhindert, Reibung abgebaut und somit die Effizienz der Schwenkkolbenmaschine erhöht werden kann.

Die gehäuseseitigen Führungsnuten 26 bzw. 32 sind je mit einer den Grundbereich ihrer Profilierung vertiefenden, zusätzlichen kleineren Nut 35 ausgeführt, die zum Abführen des Schmierfluids bestimmt ist und die mit mindestens einer im Gehäuse 1 vorgesehenen Ableitöffnung 36 für das Schmierfluid in Verbindung steht. Dadurch kann ein Schmierfluidstau vor den umlaufenden Führungsgliedern verhindert und das Abfließen des Schmierfluids in einen zugeordneten Behälter 37 gefördert werden.

Im Gegensatz zu der aus der eingangs genannten Schwenkkolbenmaschine bekannten, in Form eines an diametral gegenüberliegenden Seiten eingeschnürten Kreises ausgebildeten Steuerkuve, sind die durch die gehäuseseitigen Führungsnuten 26 bzw. 32 gebildeten Steuerkurven zur Verschwenkung der Kolben durch Sinus- bzw. Cosinus- Funktionen bestimmt, wobei jeweils eine Drehung der Umlaufachse um 180° eine Periodendauer, und der Verschwenkungswinkel der Kolben die Amplitude definieren. Der Vorteil dieser Ausführung wird darin gesehen, dass damit ein stossfreier Umlauf der Führungsglieder in den Führungsnuten, insbesondere in den Übergängen an Maxima, Minima sowie an den Wendestellen der jeweiligen Steuerkurve, erzielbar ist (Fig 3).

Die Kolben 13-16 bzw. 29, 30 sind im Bereich ihrer Laufflächen 20 je mit einer Breitenabmessung ausgeführt, welche einer vollständigen Abdeckung der zugeordneten, über den Schwenkbereich des jeweiligen Kolbens verlaufenden gehäuseseitigen Führungsnut 26 bzw. 32 entspricht. Diese kann daher sowohl gegen die Arbeitskammern 23

als auch gegen die Vorkammern 24 dauerhaft abgedeckt und abgedichtet werden. Damit kann nicht nur eine hohe Vorverdichtung bis zu 1 bar Überdruck erreicht, sondern auch, trotz ausreichender Schmierung der umlaufenden Führungsglieder, der Leckfluidanteil auf Werte heutiger Hubkolbenmotoren reduziert werden.

Die Schwenkkolben 6 und 7 sind je mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses 1 angeordneten, darstellungsgemäss zweiteiligen Ausgleichskörper 40 verbunden, um beim Verschwenken der um die Umlaufachse 8 rotierenden Kolben 13 16 bzw. 29 30 und Führungsglieder 27 bzw. 28 auftretenden, durch Drehmassen-Änderungen verursachten freien Corioliskräfte auszugleichen. Wie aus den Figuren 1 und 2 hervorgeht, sind die je mit einer mittigen Ausnehmung 41 ausgeführten Ausgleichskörper 40 in die Kalottendeckel 18 integriert. Die vorzugsweise aus einem Schwermetall, wie Wolfram, bestehenden Ausgleichskörper 40 sind mit den Schwenkkolben 6 und 7 bezüglich der Schwenkachse 9 je in einer gegenüber der durch die Führungsglieder 27 bzw. 28 bestimmten Ebene geneigten Winkelstellung verschraubt, in der die Massen der Ausgleichskörper 40 jeweils die durch Annäherung bzw. Entfernung der Kolben und Führungsglieder an die bzw. von der Umlaufachse 8 verursachte Änderung der Drehmassen durch eine relativ entgegengesetzte Bewegung zur Umlaufachse 8 zumindest teilweise kompensieren. Dadurch kann wahlweise ein je nach Dimensionierung der Ausgleichskörper vorbestimmbarer, teilweiser oder vollständiger Ausgleich, oder sogar ein Überausgleich der Drehmassen-Änderung erzielt werden. Ein Überausgleich durch sehr grosse Gegen-Massen wirkt sich dämpfend auf die Ungleichförmigkeit des Leistungsdrehmoments der Maschine aus, so dass ein vorteilhaft ruhiger Maschinenlauf erreicht werden kann. Grosse Gegen-Massen haben zudem den weiteren Vorteil, dass sie weitere Schwungmassen ausserhalb des Gehäuses unnötig machen.

Das Gehäuse 1 ist in den die Lagerungen der Welle 11 aufnehmenden Wandpartien je mit

zwei bezüglich der Umlaufachse 8 einander gegenüberliegenden, zum Befluten der Vorkammern 24 mit atmosphärischem Frischgas bestimmten Ansaugöffnungen 42, und je mit einer gegenüber diesen versetzten Anschlussöffnung 43 eines im Gehäuse ausgebildeten, zum Befluten der Arbeitskammern 23 mit vorkomprimiertem Frischgas bestimmten Überströmkanals 44 ausgeführt. Die Welle 11 ist mit zwei in das Gehäuse einführbaren, je einer der Wandpartien zugeordneten Drehschiebern 45 versehen, welche je zwei einander gegenüberliegende, mit den Ansaugöffnungen 42 sowie mit der Anschlussöffnung 43 zusammenführbare Fenstern 46 aufweisen. wobei bei einer Drehung der Welle 11 um 180° abwechselnd jeweils alle vier Fenster 46 die Ansaugöffnungen 42, und jeweils zwei der Fenster 46 die Anschlussöffnungen 43 der Überströmkanäle 44 freigeben. Der Vorteil dieser Ausführung ist im einfachen, kostengünstigen Aufbau der die wechselnde Beflutung bewirkenden Steuereinrichtung zu sehen, durch welche der Gaswechsel direkt und ohne Anwendung von Ventilen gesteuert werden kann.

Wie insbesondere aus der Figur 6 hervorgeht, ist das Gehäuse 1 so ausgeführt, dass die durch die Umlaufachse 8 verlaufenden Trennebene 10 von dem der maximalen Verdichtung entsprechenden oberen Totpunkt OT aus in der Drehrichtung der Welle 11 um einen Winkel α in der Grössenordnung von 15° - 30° geneigt ist. Ein Vorteil dieser Ausführung ist darin zu sehen, dass sie eine von der Gehäuseteilung unabhängige, bezüglich der oberen Totpunktlage optimale Anordnung der den Vorkammern 24 zugeordneten Ansaugöffnungen 42 ermöglicht und dass die Überströmkanäle 44 in die Trennfläche einer der Gehäusehälften, darstellungsgemäss in der unteren Gehäusehälfte 3, eingearbeitet und in einem Abschnitt derselben mittig zusammengeführt werden können. In der Innenwand einer der Gehäusehälften, darstellungsgemäss in der oberen Gehäusehälfte 2, ist eine an den mittigen Abschnitt der Überströmkanäle 44 anschliessbare, zum Regeln der Beflutung der Arbeitskammern 23 bestimmte, mittige Steuernut 47 ausgebildet, deren Längenabmessung sich über einen

Umfangswinkel β der Innenwand in der Grössenordnung von 30 - 60° erstreckt, und Querschnitt im Wesentlichen dem doppelten Querschnitt eines der Überströmkanäle 44 entspricht. Der Vorteil dieser Ausführung ist darin zu sehen, dass sie eine gleichmässige Beflutung der Arbeitskammern 23 während einer durch die Geometrie der Steurnut 47 vorbestimmbaren Zeitspanne ermöglicht.

Bei der dargestellten Ausführung der Schwenkkolbenmaschine als Fremdzündmotor ist dem mittigen Abschnitt der Überströmkanäle 44 ein Drosselorgan 48, darstellungsgemäss ein Flachschieber, zugeordnet. In dem die Steurnut 47 begrenzenden Wandabschnitt des Gehäuses 1 ist ein Einspritzventil 50 für den Kraftstoff angebracht und gegen die sich jeweils öffnenden Arbeitskammern 23 gerichtet. In dem den Schwenkbereich der Kolben 13-16 umgebenden Wandabschnitt des Gehäuses 1 ist mittig mindestens eine Zündkerze 51 vom oberen Totpunkt OT aus entgegen der Drehrichtung der Welle 11 unter einem Vorzündwinkel μ versetzt angebracht, aus dem sich bei Höchstleistung des Motors jeweils gleiche Brenndistanzen in bzw. gegen die Umlaufrichtung in den Arbeitskammern 23 ergeben. Die Vorteile dieser Ausführung sind in der damit erzielbaren, unter Berücksichtigung des Durchbrennverzugs optimierbaren Anordnung der Zündkerze 51 und in den ebenfalls erzielbaren kurzen und günstigen, ventilwiderstandsfreien Strömungswegen zu sehen, wodurch hohe Leistungen sowie ein gutes Kaltstartverhalten und eine direkte Leistungssteuerung erreicht werden können.

Bei einer Ausführung als Selbstzündmotor kann in entsprechender Weise mindestens eine Einspritzdüse zum Einspritzen des Kraftstoffs mittig in dem den Schwenkbereich der Kolben 13-16 umgebenden Wandabschnitt des Gehäuses 1 vom oberen Totpunkt OT aus entgegen der Drehrichtung der Welle 11 unter einem Vorzündwinkel versetzt angebracht sein, aus dem sich bei Höchstleistung des Motors jeweils gleiche Brenndistanzen in bzw. gegen die Umlaufrichtung in den Arbeitskammern 23

ergeben. Der Vorteil dieser Ausführung ist in der damit erzielbaren, unter Berücksichtigung des Durchbrennverzugs optimierbaren Anordnung der Einspritzdüse zu sehen.

Die Kolben 13-16 und 29,30 sind je mit einer in einem gehäusenahen Endabschnitt, darstellungsgemäss annähernd in der oberen Hälfte, der Arbeitsfläche 21 angebrachten, eine Wirbelkammer bildenden taschenförmigen Ausnehmung 54 bzw. 55 ausgeführt, wobei die Ausnehmungen 54 der Kolben 13-16 des Fremdzündmotors je mit einer bezüglich der Schwenkachse 9 zumindest annähernd radial verlaufenden Grundfläche 56 ausgeführt sind, während die Ausnehmungen 55 der Kolben 29,30 des Selbstzündmotors je mit einer gegen das gehäusenahende Ende der Arbeitsfläche 21 hin konvergierenden Grundfläche 57 ausgeführt sind, die darstellungsgemäss eine halbherzförmige Vertiefung begrenzt. Der Vorteil dieser Ausnehmungen ist darin zu sehen, dass durch die damit erzielbare Verwirbelung des Frischgases beim Fremdzündmotor Klopfen verhindert, bzw. beim Selbstzündmotor durch die Verwirbelung des Frischgases eine höhere Leistung bei besserem Verbrennungsverhalten erreicht werden kann.

Die Kolben 13-16 bzw. 29, 30 sind in den die Arbeitsflächen 21 enthaltenden Wandabschnitten je mit mehreren, hinter der jeweiligen Arbeitsfläche angebrachten, von der Umlaufachse 8 her mit Schmierfluid beflutbaren Kühlkanälen 58 ausgeführt, welche durch in der Lauffläche 20 des jeweiligen Kolbens 13-16 bzw. 29, 30 angebrachte Durchtrittsbohrungen 60 mit der in der unteren Gehäusehälfte 3 ausgebildeten Ableitöffnung 36 für das Schmierfluid in Verbindung stehen. Die Wandteile 17 der Schwenkkolben 6, 7 bzw. 19 sind je mit mindestens einem in entsprechender Weise mit Schmierfluid beflutbaren, dem Kalottendeckel 18 zugewandten Kühlabschnitt 59 ausgeführt, der über mindestens eine im Kalottendeckel vorgesehene Durchtrittsbohrung 61 mit der dem Schmierfluidbehälter 37 zugeordneten Ableitöffnung 36 in Verbindung steht. Der Vorteil dieser Ausführung ist darin zu sehen, dass durch die direkte Kühlung der die Arbeitskammern 23 begrenzenden

Wandpartien eine Überhitzung des Innenmotors vermieden und die Wärme auf einfache Weise mit dem Schmierfluid abgeführt werden kann.

Die Abgase der Verbrennung werden durch einen in der unteren Gehäusehälfte 3 ausgebildeten Auspuffschlitz 62 abgeführt, dessen Dimensionierung die Gaswechselsteuerung bestimmt.

Das Strassenfahrzeug gemäss Fig. 11 weist eine Karosserie 64, ein Vorderrad 65, ein Hinterrad 66 und eine Stabilisierungsvorrichtung 67 in der Form von hochziehbaren Stützrollen auf. Als Antriebsmotor 68 ist eine erfindungsgemäss ausgeführte Schwenkkolbenmaschine vorgesehen.

Patentansprüche

1. Schwenkkolbenmaschine mit mindestens zwei in einem im Wesentlichen kugelförmigen Gehäuse (1) angeordneten und um eine gehäusemittig angeordnete Umlaufachse (8) gemeinsam umlaufenden, zweiarmigen Schwenkkolben (6, 7; 19), welche je zwei bezüglich der Gehäusemitte im Wesentlichen diametral gegenüberliegende, miteinander fest verbundene Kolben (13-16; 29, 30) in Form von Kolbenarmen aufweisen, und welche beim Umlaufen hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine zur Umlaufachse (8) senkrechte Schwenkachse (9) gegensinnig ausführen, wobei an mindestens zwei Kolben (13-16; 29, 30) Führungsglieder angebracht sind, welche in mindestens eine im Gehäuse (1) ausgebildete, zum Steuern der Schwenkbewegungen bestimmte Führungsnut (26; 32) eingreifen, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsglieder als lose, kugelförmige Rotationskörper (27) ausgebildet sind, dass die mindestens zwei Kolben (13-16) je mit einer im Wesentlichen halbkugelförmigen Führungspfanne (20) zur Aufnahme einer Hälfte eines der Rotationskörper (27) ausgeführt sind und dass die gehäusesseitige Führungsnut (26) mit einer im Wesentlichen halbkreisförmigen Profilierung ausgeführt ist.
2. Schwenkkolbenmaschine mit mindestens zwei in einem im Wesentlichen kugelförmigen Gehäuse (1) angeordneten und um eine gehäusemittig angeordnete Umlaufachse (8) gemeinsam umlaufenden, zweiarmigen Schwenkkolben (6, 7; 19), welche je zwei bezüglich der Gehäusemitte im Wesentlichen diametral gegenüberliegende, miteinander fest verbundene Kolben (13-16; 29, 30) in Form von Kolbenarmen aufweisen, und welche beim Umlaufen hin- und hergehende Schwenkbewegungen um eine zur Umlaufachse (8) senkrechte Schwenkachse (9) gegensinnig ausführen, wobei an mindestens zwei Kolben (13-16; 29, 30) Führungsglieder angebracht sind, welche in mindestens eine im Gehäuse (1) ausgebildete, zum Steuern der Schwenkbewegungen

bestimmte Führungsnut (26; 32) eingreifen, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsglieder als lose, ellipsoidförmige Rotationskörper (28) ausgebildet sind, dass die mindestens zwei Kolben (29, 30) je mit einer im Wesentlichen halbellipsoidförmigen Führungspfanne (31) zur Aufnahme einer Hälfte eines der Rotationskörper (28) ausgeführt sind und dass die gehäusesseitige Führungsnut (32) mit einer im Wesentlichen halbellipsenförmigen Profilierung ausgeführt ist.

3. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungspfannen (31) je in einem Lagerteil (33) ausgebildet sind, der im Kolben (29, 30) um eine zur Schwenkachse (9) senkrechte radiale Achse drehbar angebracht ist.
4. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungspfannen (25; 31) je über eine in ihren Grundbereich mündende Bohrung (34) an einen im Kolben (13-16; 29, 30) ausgebildeten Zuführkanal für ein unter Druck stehendes Schmierfluid angeschlossen sind.
5. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die gehäusesseitige Führungsnut (26; 32) mit einer den Grundbereich ihrer Profilierung vertiefenden, zusätzlichen Nut (35) ausgeführt ist, die zum Abführen des Schmierfluids bestimmt ist und die mit mindestens einer im Gehäuse (1) vorgesehenen Ableitöffnung (36) für das Schmierfluid in Verbindung steht.
6. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, deren Kolben (13-16; 29, 30) je eine dem Gehäuse zugewandte Lauffläche (20), eine Arbeitsseite mit einer Arbeitsfläche (21) und eine von dieser abgewandte Rückseite (22) aufweisen, wobei jeweils zwei einander zugewandte Arbeitsseiten zweier benachbarter Kolben (13-16; 29, 30) mit dem Gehäuse (11) eine Arbeitskammer (23), und die einander zugewandten Rückseiten (22) zweier benachbarter Kolben (13-16; 29, 30) mit dem

Gehäuse (1) eine Vorkammer (24) begrenzen, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (13-16; 29, 30) im Bereich ihrer Laufflächen (20) je mit einer Breitenabmessung ausgeführt sind, welche einer vollständigen Abdeckung der zugeordneten, über den Schwenkbereich des jeweiligen Kolbens (13-16; 29, 30) verlaufenden gehäuseseitigen Führungsnut (26; 32) entspricht.

7. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die gehäuseseitige Führungsnut (26; 32) gebildete Steuerkurve zur Verschwenkung der Kolben (13-16; 29, 30) durch Sinus- bzw. Cosinus-Funktionen bestimmt ist, wobei jeweils eine Drehung der Umlaufachse (8) um 180° eine Periodendauer, und der Verschwenkungswinkel der Kolben (13-16; 29, 30) die Amplitude definieren.
8. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils miteinander verbundenen Kolben (13-16; 29, 30) mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses (1) angeordneten, zum Ausgleichen der beim Verschwenken der um die Umlaufachse (8) rotierenden Kolben (13-16; 29, 30) und Führungsglieder (27; 28) auftretenden Änderung der Drehmassen bestimmten Ausgleichskörper (40) verbunden sind, welcher bezüglich der Schwenkachse (9) in einer gegenüber der durch die Führungsglieder (27; 28) bestimmten Ebene geneigten Winkelstellung gehalten ist, in der die Masse des Ausgleichskörpers (40) jeweils die durch Annäherung bzw. Entfernung der Kolben und Führungsglieder an die bzw. von der Umlaufachse (8) verursachte Änderung der Drehmassen durch eine relativ entgegengesetzte Bewegung zur Umlaufachse (8) zumindest teilweise kompensiert.
9. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Umlaufachse (8) durch eine im Gehäuse (1) beidseitig gelagerte Welle (11) gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) in den die Welle (11) umgebenden

Wandpartien je mit zwei bezüglich der Umlaufachse (8) einander gegenüberliegenden, zum Befluten der Vorkammern (24) mit atmosphärischem Frischgas bestimmten Ansaugöffnungen (42), und je mit einer gegenüber diesen versetzten Anschlussöffnung (43) eines im Gehäuse (1) ausgebildeten, zum Befluten der Arbeitskammern (23) mit vorkomprimiertem Frischgas bestimmten Überströmkanals (44) ausgeführt ist, und dass die Welle (11) mit zwei in das Gehäuse (1) einführbaren, je einer der Wandpartien zugeordneten Drehschiebern (45) versehen ist, welche je mit zwei einander gegenüberliegenden, mit den Ansaugöffnungen (42) und der Anschlussöffnung (43) zusammenführbaren Fenstern (46) ausgeführt sind, wobei bei einer Drehung der Welle (11) um 180° abwechselnd jeweils alle vier Fenster (46) die Ansaugöffnungen (42), und jeweils zwei der Fenster (46) die Anschlussöffnungen (43) der Überströmkanäle (44) freigeben.

10. Schwenkkolbenmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das kugelförmige Gehäuse (1) in einer Trennebene (10), die durch die Umlaufachse (8) verläuft, in zwei Gehäusehälften (2 und 3) geteilt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennebene (10) von dem der maximalen Verdichtung entsprechenden oberen Totpunkt (OT) aus in der Drehrichtung der Umlaufachse (10) um einen Winkel (α) in der Größenordnung von $15 - 30^\circ$ geneigt ist.
11. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Überströmkanäle (44) in die Trennfläche einer der Gehäusehälften (2, 3) eingearbeitet und in einem Abschnitt derselben mittig zusammengeführt sind, dass in die Innenwand einer der Gehäusehälften (2, 3) eine an den mittigen Abschnitt der Überströmkanäle (44) anschliessbare, zum Regeln der Beflutung der Arbeitskammern (23) bestimmte, mittige Steuernut (47) eingearbeitet ist, deren Längenabmessung sich über einen Umfangswinkel (β) der Innenwand in der Größenordnung von $30 - 60^\circ$ erstreckt,

und deren Querschnitt im Wesentlichen dem doppelten Querschnitt eines der Überströmkanäle (44) entspricht.

12. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 11, ausgeführt als Fremdzündmotor, mit einem Drosselorgan (48), einem Einspritzventil (50) zum Einspritzen des Kraftstoffs und mit mindestens einer Zündkerze (51), dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselorgan (48) dem mittigen Abschnitt der Überströmkanäle (44) zugeordnet ist, dass das Einspritzventil (50) in dem die Steuernut (47) begrenzenden Wandabschnitt des Gehäuses (1) angebracht und gegen die sich jeweils öffnenden Arbeitskammern (23) gerichtet ist, und dass die mindestens eine Zündkerze (51) mittig in dem den Schwenkbereich der Kolben (13-16) umgebenden Wandabschnitt des Gehäuses vom oberen Totpunkt (OT) aus entgegen der Drehrichtung der Umlaufachse (8) unter einem Vorzündwinkel (μ) versetzt angebracht ist, aus dem sich bei Höchstleistung des Motors jeweils gleiche Brenndistanzen in bzw. gegen die Umlaufrichtung in den Arbeitskammern (23) ergeben.
13. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 11, ausgeführt als Selbstzündmotor, mit mindestens einer Einspritzdüse (52) zum Einspritzen des Kraftstoffs, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Einspritzdüse (52) mittig in dem den Schwenkbereich der Kolben (13-16; 29, 30) umgebenden Wandabschnitt des Gehäuses vom oberen Totpunkt (OT) aus entgegen der Drehrichtung der Umlaufachse (10) unter einem Vorzündwinkel (μ) versetzt angebracht ist, aus dem sich bei Höchstleistung des Motors jeweils gleiche Brenndistanzen in bzw. gegen die Umlaufrichtung in den Arbeitskammern (23) ergeben.
14. Schwenkkolbenmaschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (13-16; 29, 30) je mit einer in einem gehäusenahen Endabschnitt ihrer Arbeitsfläche (21) angebrachten, eine Wirbelkammer bildenden taschenförmigen

Ausnehmung (54; 55) ausgeführt sind, wobei die Ausnehmungen (54) der Kolben (13-16) des Fremdzündmotors je mit einer bezüglich der Schwenkachse (9) zumindest annähernd radial verlaufenden Grundfläche (52), bzw. die Ausnehmungen (55) der Kolben (29, 30) des Selbstzündmotors je mit einer gegen das gehäusenahe Ende der Arbeitsfläche 21 hin konvergierenden Grundfläche (57) ausgeführt sind.

15. Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 6 bis 14, wobei die Schwenkkolben (6, 7; 19) je mit einem gegen die Innenwand des Gehäuses abdichtbaren Wandteil (17) verbunden sind, der auf einem die Schwenkachse (9) bildenden Achszapfen (12) gelagert und mit einem an die Form der Innenwand angepassten Kalottendeckel (18) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kolben (13-16; 29, 30) in den die Arbeitsflächen (21) enthaltenden Wandabschnitten je mit mehreren, hinter der jeweiligen Arbeitsfläche (21) angebrachten, von der Umlaufachse (8) her mit Schmierfluid beflutbaren Kühlkanälen (58) ausgeführt sind, welche durch in der Lauffläche (20) des jeweiligen Kolbens (13-16; 29, 30) angebrachte Durchtrittsbohrungen (60) mit der mindestens einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Ableitöffnung (36) für das Schmierfluid in Verbindung stehen, und dass die Wandteile (17) je mit mindestens einem in entsprechender Weise mit Schmierfluid beflutbaren Kühlabschnitt (59) ausgeführt sind, der über mindestens eine im Kalottendeckel (18) vorgesehene Durchtrittsbohrung (61) mit der mindestens einen Ableitöffnung (36) in Verbindung steht.
16. ~~Strassenfahrzeug~~ mit einer als Antriebsmotor ausgebildeten Schwenkkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

Fig. 1

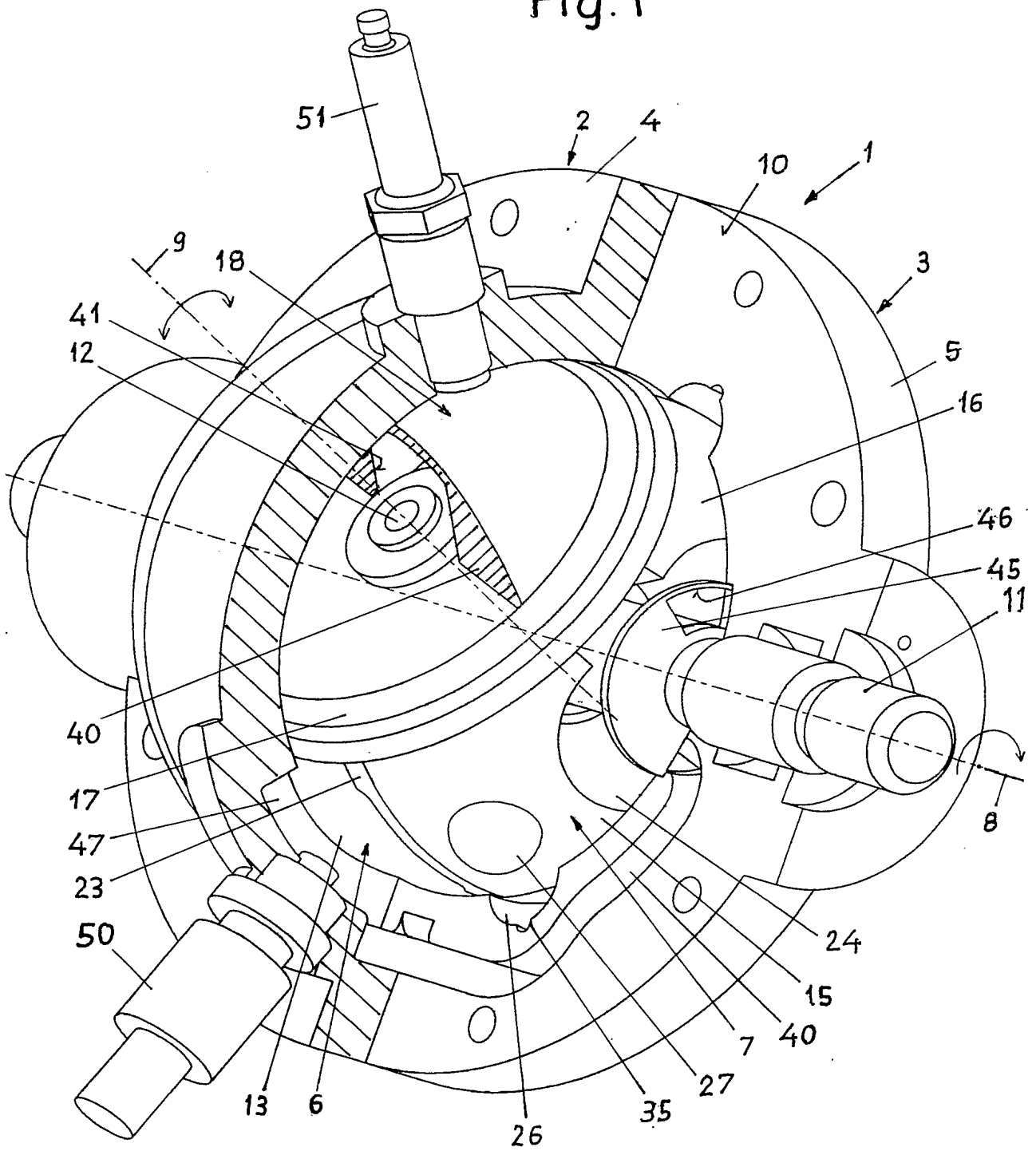


Fig.3

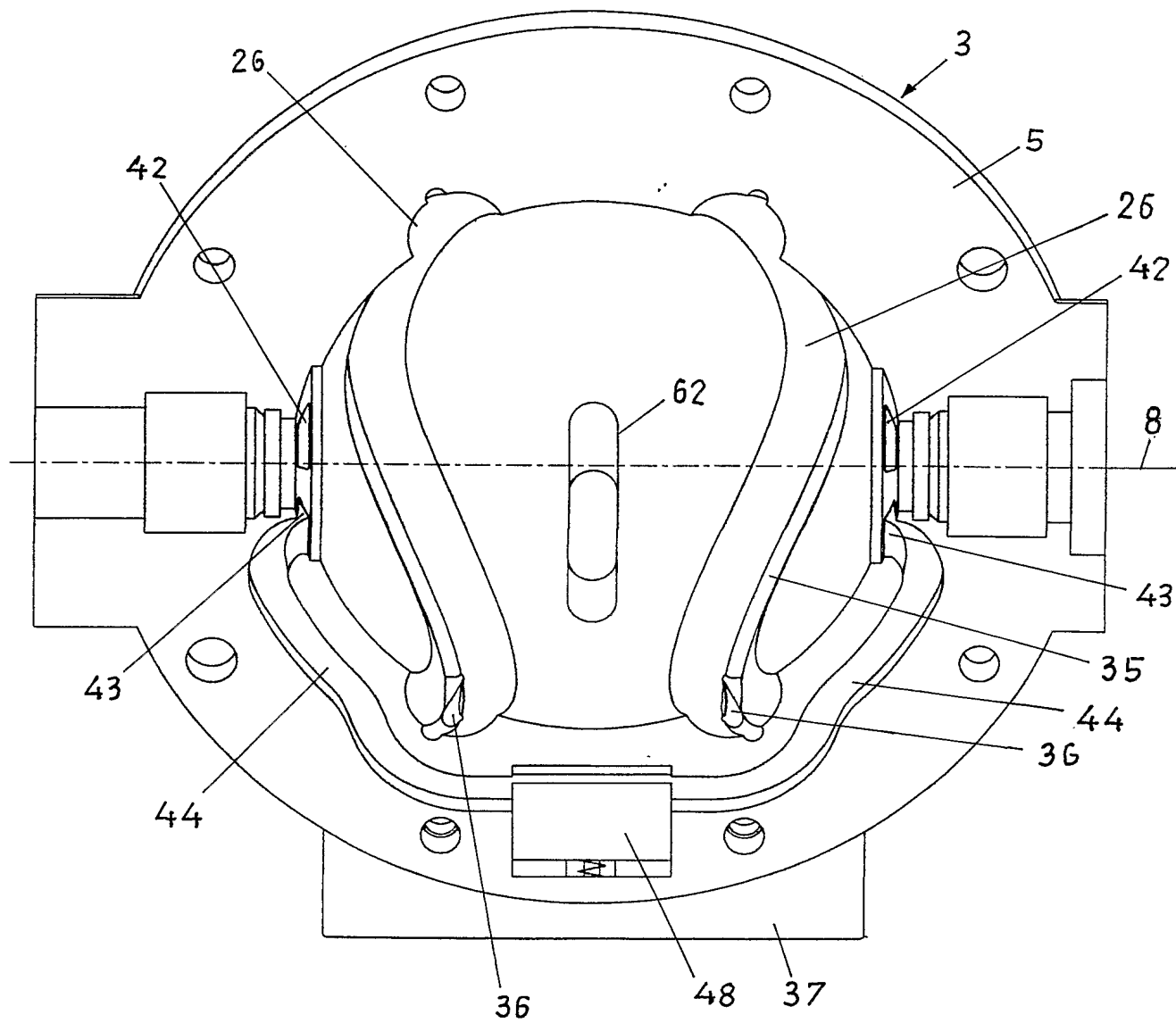
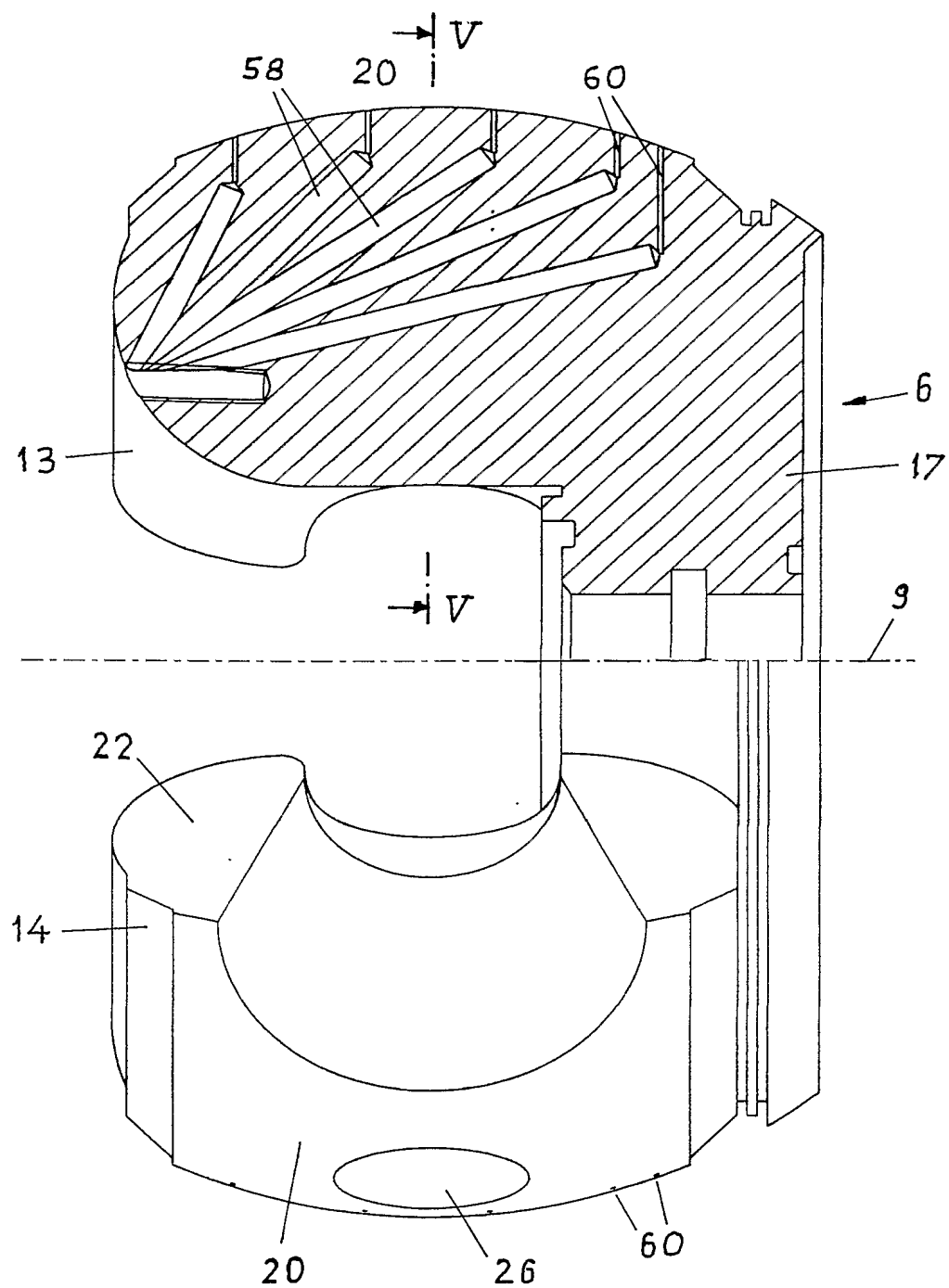


Fig. 4



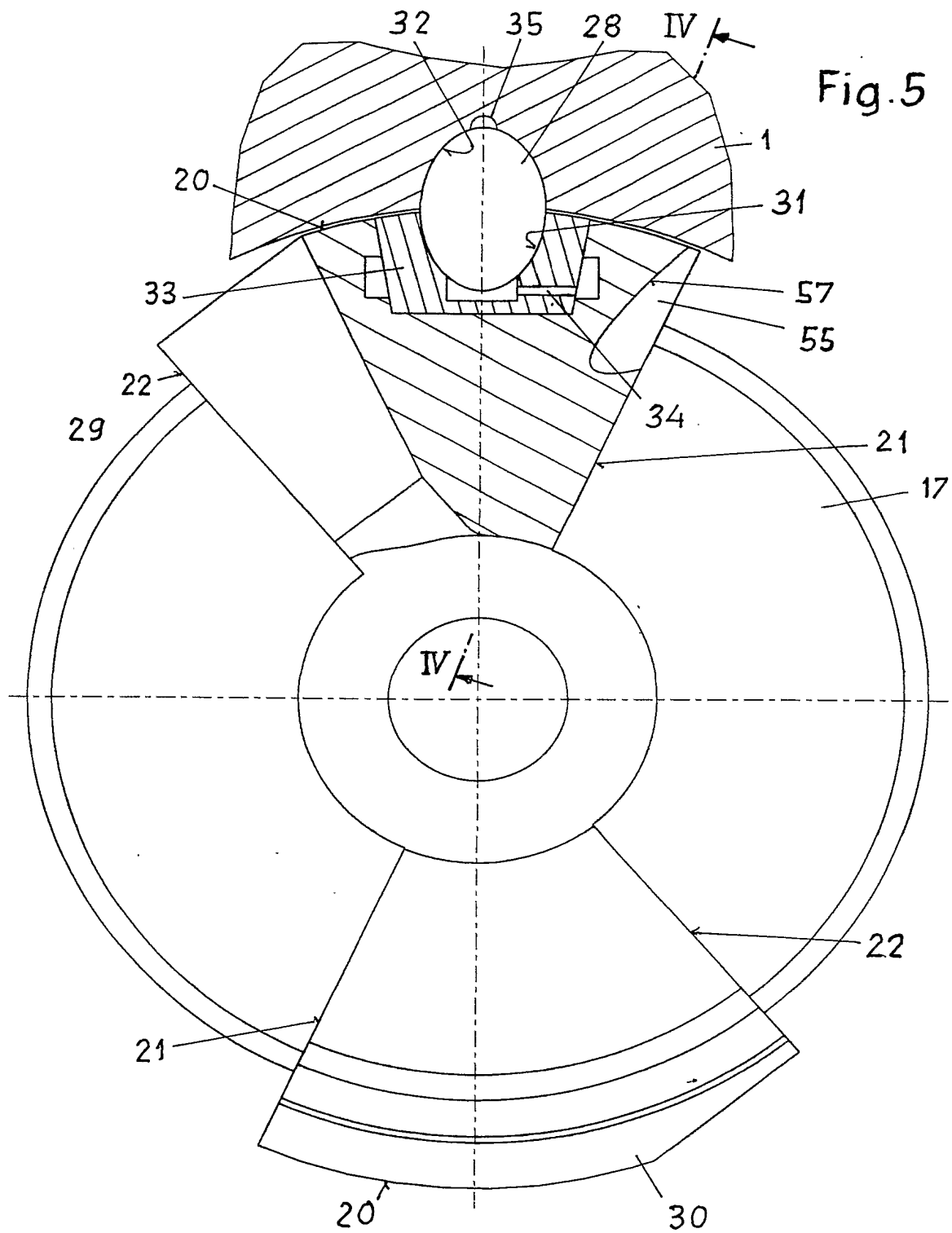


Fig. 6

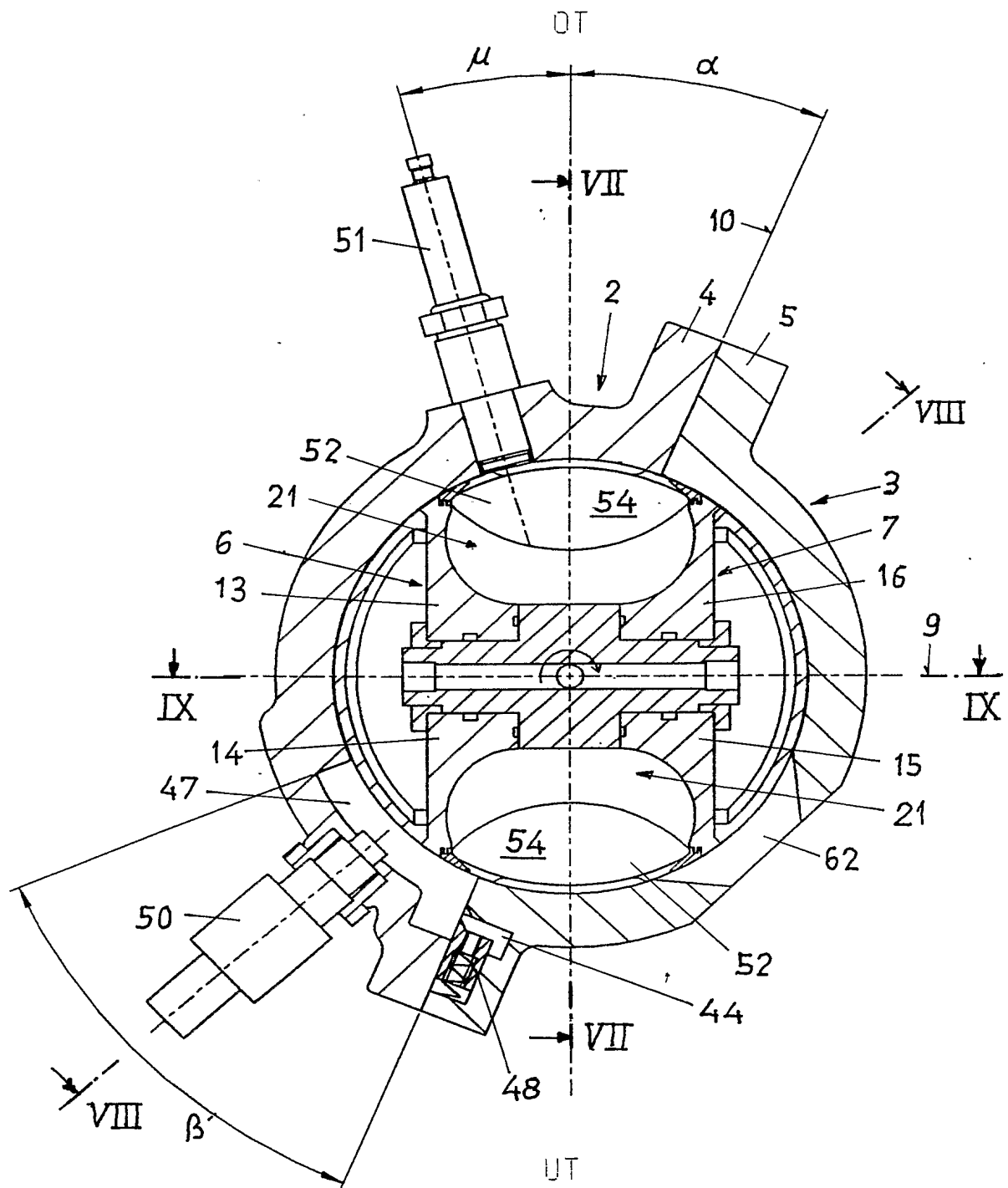


Fig. 8

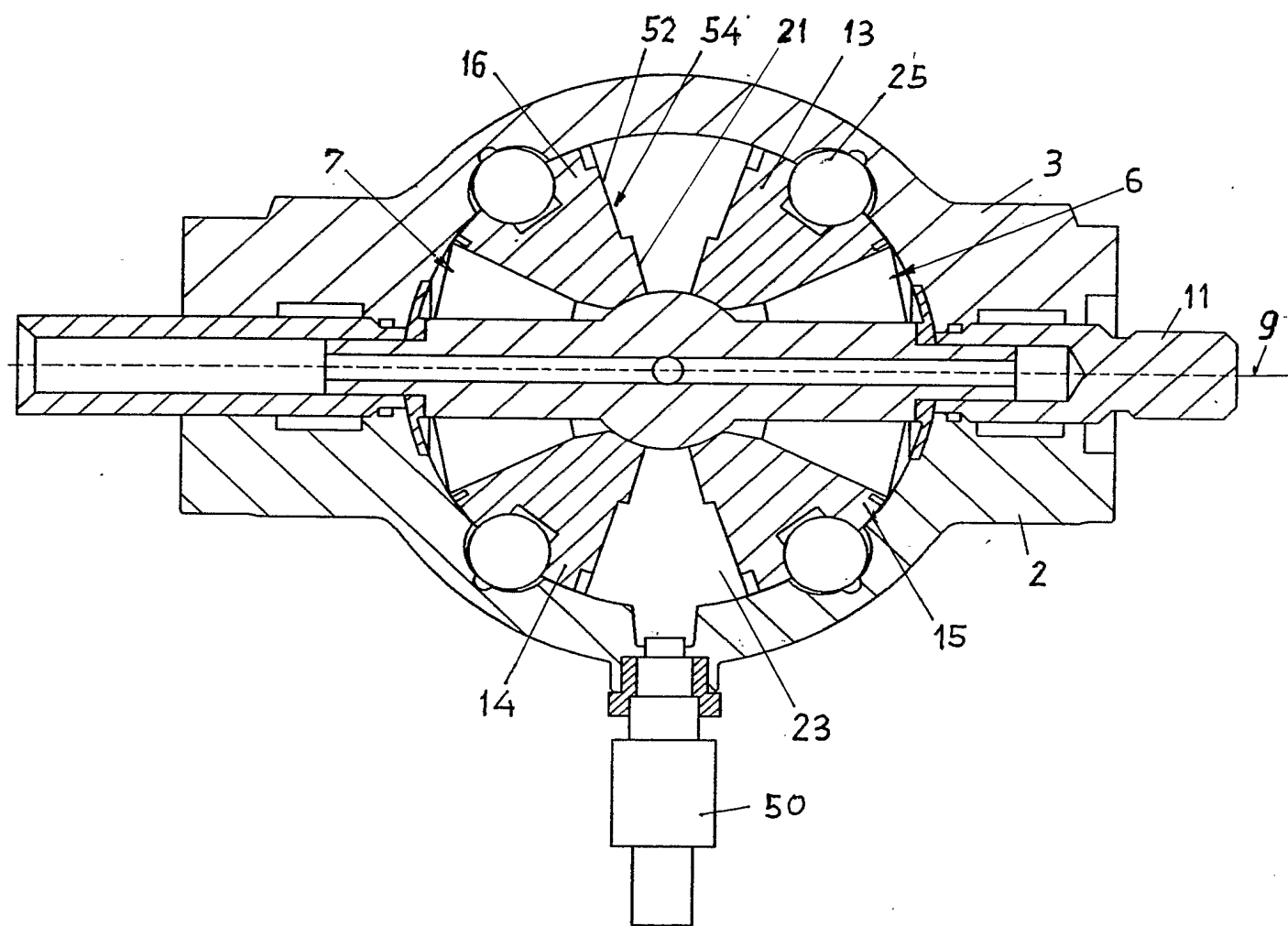


Fig. 10

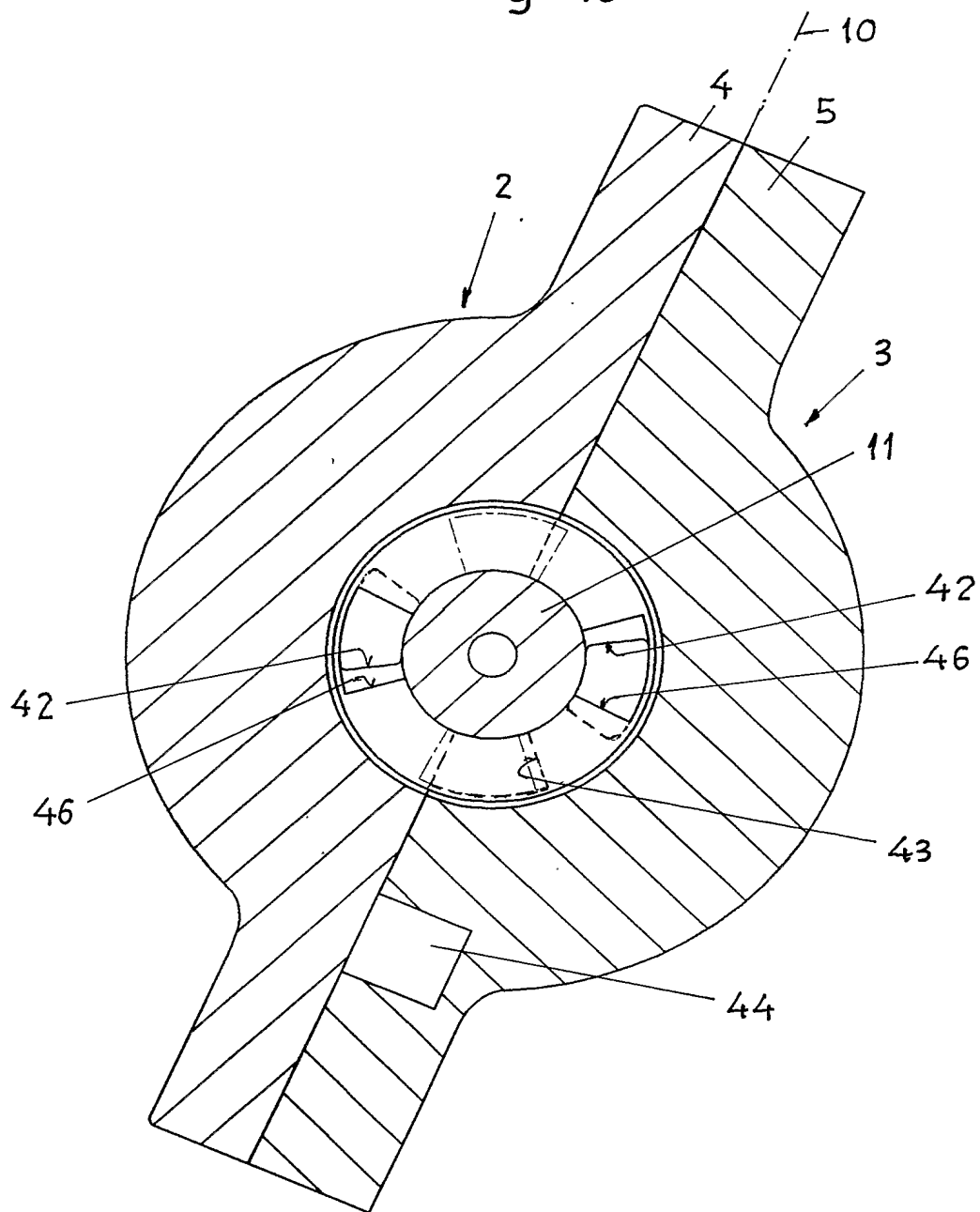
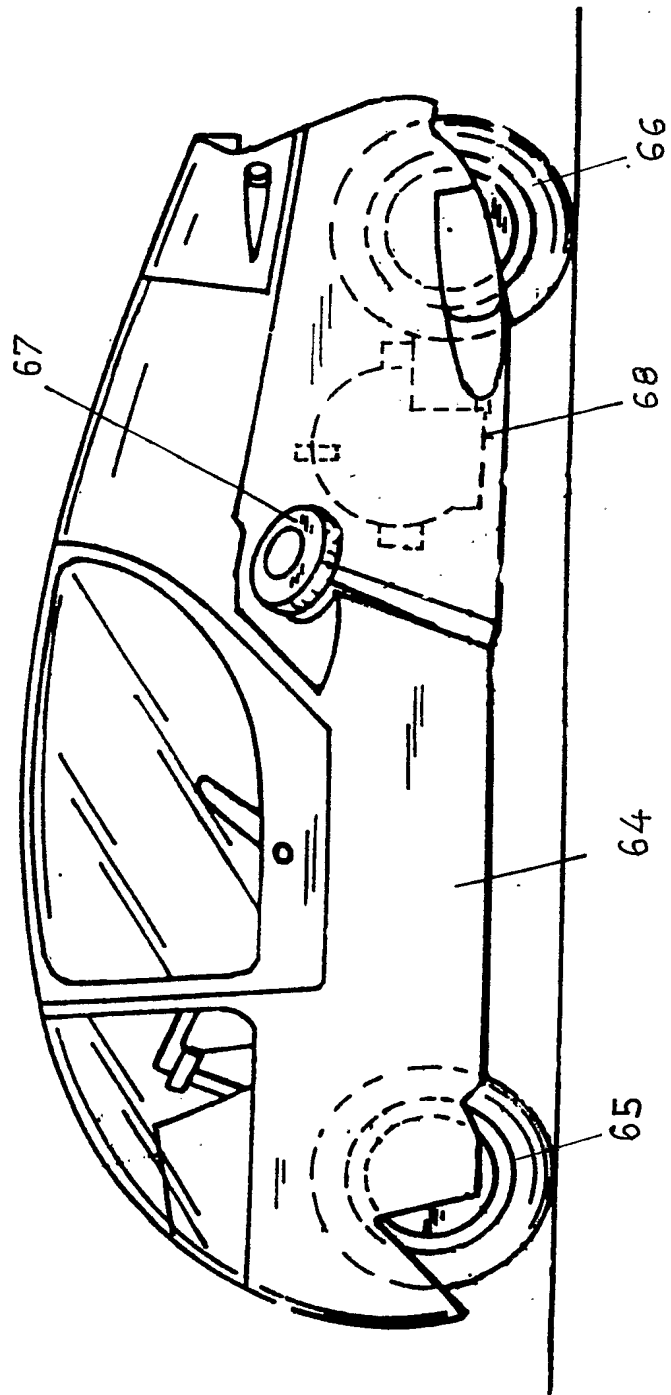


Fig. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2005/000198

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01C9/00 F01C21/08 F01C21/10 F01C21/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01C F04F F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 03/067033 A (HUETTLIN, HERBERT) 14 August 2003 (2003-08-14) cited in the application	1,6-8,16
A	the whole document	2-5,9-15
Y	DE 25 39 084 A1 (REIS,FRITZ) 17 March 1977 (1977-03-17) figures 4-7,10,11 page 8, paragraph 2 - page 10, paragraph 1	1,6-8,16
A	US 4 024 841 A (SMITH ET AL) 24 May 1977 (1977-05-24) figures 3,4,12-15 column 10, line 28 - column 11, line 16 ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *S* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 June 2005

Date of mailing of the international search report

05/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lequeux, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2005/000198

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 296 363 C (PENNINK JOHANN MATHIAS KAREL) 2 February 1917 (1917-02-02) figures 1,2 page 1, line 69 - page 2, line 21 -----	1
A	WO 2004/014716 A (PERAVES AKTIENGESELLSCHAFT; WAGNER, ARNOLD) 19 February 2004 (2004-02-19) the whole document -----	16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH2005/000198

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03067033	A	14-08-2003	WO 03067033 A1	14-08-2003
			BR 0205881 A	17-02-2004
			CA 2474449 A1	14-08-2003
			EP 1472435 A1	03-11-2004
			US 2005008515 A1	13-01-2005
DE 2539084	A1	17-03-1977	NONE	
US 4024841	A	24-05-1977	CA 1066197 A1	13-11-1979
DE 296363	C		NONE	
WO 2004014716	A	19-02-2004	WO 2004014716 A1	19-02-2004
			EP 1526998 A1	04-05-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01C9/00 F01C21/08 F01C21/10 F01C21/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01C F04F F02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 03/067033 A (HUETTLIN, HERBERT) 14. August 2003 (2003-08-14) in der Anmeldung erwähnt	1,6-8,16
A	das ganze Dokument	2-5,9-15
Y	DE 25 39 084 A1 (REIS,FRITZ) 17. März 1977 (1977-03-17) Abbildungen 4-7,10,11 Seite 8, Absatz 2 - Seite 10, Absatz 1	1,6-8,16
A	US 4 024 841 A (SMITH ET AL) 24. Mai 1977 (1977-05-24) Abbildungen 3,4,12-15 Spalte 10, Zeile 28 - Spalte 11, Zeile 16 ----- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lequeux, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 296 363 C (PENNINK JOHANN MATHIAS KAREL) 2. Februar 1917 (1917-02-02) Abbildungen 1,2 Seite 1, Zeile 69 – Seite 2, Zeile 21 -----	1
A	WO 2004/014716 A (PERAVES AKTIENGESELLSCHAFT; WAGNER, ARNOLD) 19. Februar 2004 (2004-02-19) das ganze Dokument -----	16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2005/000198

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 03067033	A	14-08-2003	WO	03067033 A1	14-08-2003			
			BR	0205881 A	17-02-2004			
			CA	2474449 A1	14-08-2003			
			EP	1472435 A1	03-11-2004			
			US	2005008515 A1	13-01-2005			
<hr/>								
DE 2539084	A1	17-03-1977	KEINE					
<hr/>								
US 4024841	A	24-05-1977	CA	1066197 A1	13-11-1979			
<hr/>								
DE 296363	C		KEINE					
<hr/>								
WO 2004014716	A	19-02-2004	WO	2004014716 A1	19-02-2004			
			EP	1526998 A1	04-05-2005			
<hr/>								